

PIENMETSÄKONEEN TEHOKKUUS

USEWOOD COMBI MASTER



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Mustiala, maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma
kevät, 2018

Joonas Harmava

Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma Mustiala

Tekijä	Joonas Harmava	Vuosi 2018
Työn nimi	Pienmetsäkoneen tehokkuus	
Työn ohjaaja	Jouko Lindroos	

TIIVISTELMÄ

Tässä opinnäytetyössä käsitellään pienmetsäkoneen soveltuvuutta nuoren metsän hoitoon. Metsäkoneena on Usewoodin Combi Master. Pienellä metsäkoneella on eri vaihtoehtoja tehdä töitä, joita nyt tässä työssä selvitän ja tutkin. Tutkimuksessa pyrittiin selvittämään koneen tehokkuutta ja käytettävyyttä. Koe toteutettiin kotitilani metsässä Aurassa. Sain koneen käyttööni muutamaksi viikoksi, jolloin suoritin metsänhoitotöitä ja mittasin koneen tehokkuutta. Valitsin tämän aiheen, koska se kiinnosti minua paljon ja pienet metsäkoneet ovat melko harvinaisia Suomessa. Opinnäytetyön alussa tutustutaan erilaisiin metsänhoitoon liittyviin seikkoihin ja mitä toimenpiteitä metsä tarvitsee, jotta sieltä saadaan laadukasta tukkipuuta.

Testijakson lopulla minulla oli erilaisia tuloksia koneesta, joita pohdin työssä. Eri työmenetelmiä käyttäen sain selvitettyä tehokkaimman tavan tehdä metsäkoneella töitä. Tuloksista käy ilmi, millä työmenetelmällä saadaan eniten kuutioita tunnissa ja millaisia eroja työmenetelmien välillä on.

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Usewoodin toimitusjohtaja Jussi-Pekka Usenius. Työ tuotti toivottavasti uutta tietoa koneen valmistajalle ja näin ollen yritys pystyy kehittämään tuotteitaan. Ainakin he saivat minulta laajan mielipiteen koneesta ja sen käytettävyydestä, mikä on varmasti hyväksi tuotteita kehittäessä. Yritys oli hyvin avoin ja avulias, kun antoi koneen käyttööni opinnäytetyötä varten. Hyvä yhteistyökyky helpotti opinnäytetyön tekemistä ja työnteko oli mukavaa.

Avainsanat Pienmetsäkone, nuori metsä, tehokkuus, Usewood, metsänhoito

Sivut 26 sivua, joista liitteitä 1 sivu.

Degree Programme in Agricultural and Rural Industries Agriculture option
Mustiala

Author	Joonas Harmava	Year 2018
Subject	Performance of a small forest machine	
Supervisors	Jouko Lindroos	

ABSTRACT

This thesis deals with the applicability of a small forest machine to the maintenance of a young forest. The machine used was Combi Master from Usewood. There are different ways of working with a small forest machine and those were studied for this thesis.

The main point was to examine the performance and usability of the machine. Tests were made in the forest of my homestead in Aura. I had the machine for myself for a few weeks, during which I performed forestry tasks and measured the efficacy of the machine. I chose this subject because I was very interested in it. What is more, small forest machinery is quite rare in Finland. In the beginning of the thesis different facts on forestry are presented.

At the end of my experiment I had different numbers on the machine and its work, which I discuss in this thesis. By using different methods, I discovered the most effective ways. Results tell which method brings the highest produce in less time and what are the differences between them.

The commissioner of this thesis is Jussi-Pekka Usenius, CEO of Usewood. Hopefully this thesis brings more information to the manufacturer and they could improve their product. At least they have a wide opinion on the machine and its usability from me, which must be a benefit. The company was very open and helpful giving me the machine for my study. A good co-operation made working for the thesis fun and easy.

Keywords Small forest machine, young forest, performance, Usewood, forestry

Pages 26 pages including appendices 1 page.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	4
2	METSÄN HOITO	5
2.1	Taimikonhoito	5
2.2	Nuoren metsän hoito	5
2.3	Ensiharvennus	6
2.4	Pienmetsäkoneet	8
3	USEWOOD	9
3.1	Historia	10
3.2	Toiminta-ajatus	10
3.3	Konemallit	10
3.3.1	Combi Master	10
3.3.2	Forest Master	11
3.3.3	Log Master	11
3.3.4	Lisävarusteet.....	11
4	TEHOKKUUDEN MITTAAMINEN	12
4.1	Mitattavat asiat ja testin toteutus	12
4.2	Metsän tiedot.....	13
4.3	Työmenetelmät.....	13
5	TULOKSET	15
6	JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINNAT.....	20
6.1	Menetelmien erot ja hyödyt	20
6.2	Koneen käyttäjäkohderyhmät.....	20
6.3	Koneesta tehdyt havainnot	20
	LÄHTEET	23

Liitteet

Liite 1 Työtapahamalista

1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä perehdytään puunkorjuuseen ja sen sisältämiin haasteisiin. Työssä kerrotaan eri metsänhoitotoimenpiteistä sekä niihin käytettävistä välineistä. Työn tarkoituksena on tuoda esille pienen metsäkoneen käytettävyys ja tehokkuus. Tavoitteena on myös löytää koneen käyttäjäryhmät. Tarkastelussa on Usewood-merkkinen pienkone, jolla voidaan hakata, raivata ja kuljettaa puita. Koneesta tutkin eri toimintatapoja ja selvitin tehokkaimman tavan työskennellä.

Päädyin aiheeseen oltuani raivaamassa ja harventamassa metsiä miesvoimin. Useamman hehtaarin raivaaminen tai harventaminen on aikaa vievää ja raskastakin puuhaa. Ajattelin, että onkohan kehitetty pientä metsäkonetta taimikonhoito- ja ensiharvennustöihin. Löysin nopeasti Usewood-nimisen yrityksen ja kiinnostuin siitä. Otin yhteyttä yrityksen toimitusjohtajaan ja neuvottelin mahdollisesta opinnäytetyöstä. Valitsin aiheen myös siksi, koska aihe on paljon keskustelua herättävä ja mielenkiintoinen. Metsäkoneiden tuotoksia on yleisesti ottaen tutkittu Suomessa paljon, mutta Usewoodin koneita vielä melko vähän. Ensiharvennuksen tekotapa jakaa varmasti mielipiteitä ja tämän takia pyrin selvittämään, onko pienmetsäkone yksi varteenotettava vaihtoehto nuoren metsän tuomiin ensiharvennushaasteisiin.

2 METSÄN HOITO

Metsä tarvitsee hoitoa, jotta se antaa tuloja. Hoitamaton metsä pienentää metsästä saatavia tuloja tai jopa hävittää ne kokonaan. Hoitamalla metsät oikein saa parhaimman tuoton. Hyvällä hoidolla varmistetaan metsien säilyminen tuottavina seuraaville sukupolville. Hoidettu metsä myös näyttää hyvältä ja luo mielekkäämmän elinympäristön.

2.1 Taimikonhoito

Ensimmäinen toimenpide kasvatettavalle taimikolle on kilpailevan kasvilisyyden torjunta. Nuorta taimikkoa tulee tarkkailla säännöllisesti, jotta osataan toimia ennen kuin on liian myöhäistä. Rehevillä mailla joudutaan usein torjumaan heinää ja muuta aluskasvillisuutta. (Mhy, taimikonhoito.)

Taimikon perkauksessa poistetaan taimien ympäriltä niiden kasvua haittaavaa puustoa, joka on tyypillisesti lehtipuustoa. Perkauksen aika on silloin, kun lehtipuut saavuttavat kasvatettavien puiden tason. Tällöin puiden pituus on noin metri. Varhaishoitoon saa Kemera-tukea, kun jäljelle jäävä puusto on yli 70 cm, muttei yli kolmea metriä pitkää. Tyypillisesti taimikon varhaishoito suoritetaan raivaussahalla mekaanisesti. (Metsäkeskus.)

Taimikonhoidossa raivataan ylimääräistä puustoa, jotta kasvatettaville puille tulisi tilaa kasvaa hyvälaatuisiksi. Raivauksessa poistetaan kaikki huonolaatuiset sekä vahingoittuneet yksilöt. Raivauksen ajankohta on silloin, kun puut alkavat kilpailemaan kasvutilasta. Männikössä raivaus tehdään puuston pituuden ollessa 3-7 m. Kuusella se tehdään jo 2-4 m pituisena. Kasvatettavia puita tulisi jäädä männikössä 2000-2500 ja kuusikossa 1800-2000 hehtaaria kohden. (Metsäkeskus.)

2.2 Nuoren metsän hoito

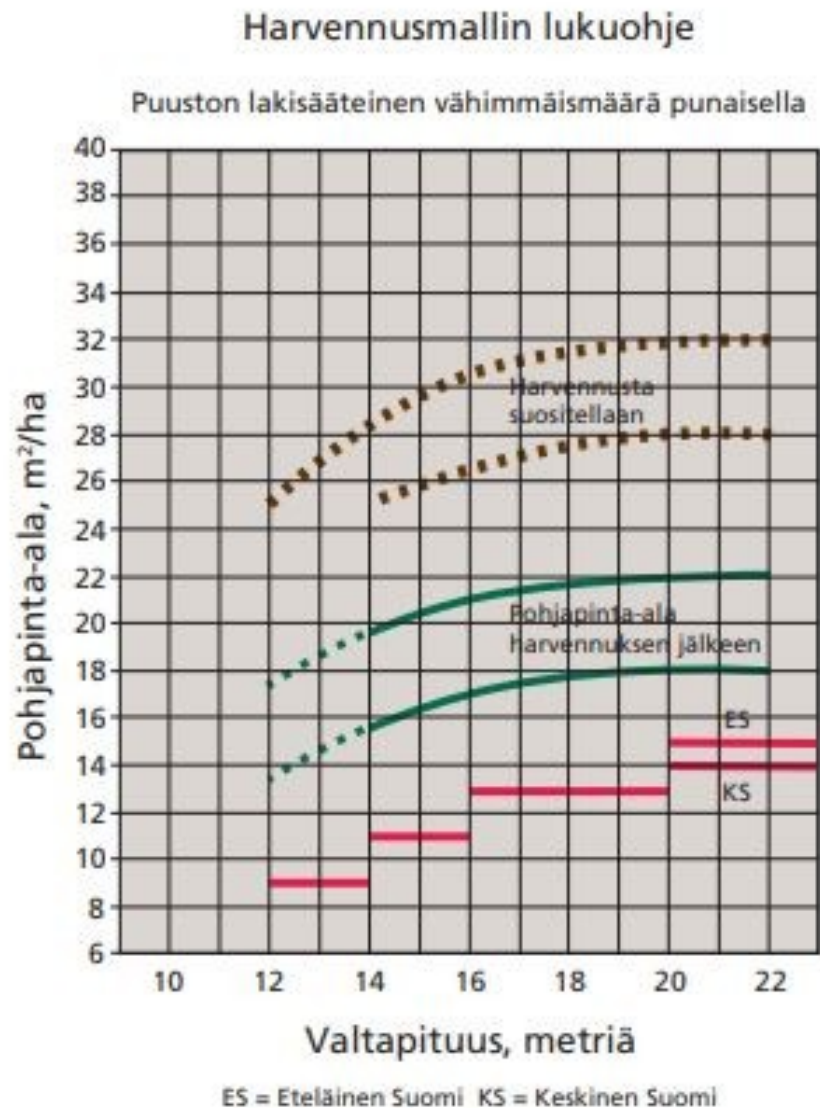
Nuoren metsän hoidossa hoidetaan varttunutta taimikkoa, josta ei vielä saada myyntikelpoista ainesta. Usein puhutaan nuoren metsän kunnostuksesta, jolloin on jäänyt tekemättä taimikonhoito. Puusto on tällöin pitkää, mutta laihaa eli riukuuntunutta. Kunnostettavasta metsästä kertynyttä puustoa myydään usein energiapuuksi. Tarkoituksena on, että metsä pääsee järeytymään hyväksi ensiharvennusleimikoksi. Energiapuuharvennuksessa puut käsitellään usein joukkohakkuumenetelmällä eli useita puita käsitellään samalla kertaa. Hyvin tehdyssä taimikonhoidossa tätä vaihetta ei tarvita. (Puuhuolto, 2012.)

Nuoren metsän hoitoon saa Kemera-tukea, jos kasvatettavien puiden pituus ylittää 3 metriä ja keskiläpimitta on alle 16 cm. Lisäksi poistettavien runkojen lukumäärä pitää olla vähintään 1500 kpl ja pohjoisessa 1000 kpl

hehtaaria kohden. Kerättäessä pienpuuta tuki lähes kaksinkertaistuu. (Metsäkeskus).

2.3 Ensiharvennus

Ensiharvennuksessa puuntuottaja saa ensimmäisen kerran myyntituloja hakattavasta puustosta. Ensiharvennuksen tarkoituksena on lisätä kasvu-tilaa jäävälle puustolle, jotta ne järetyisivät hyviksi tukkipuiksi. Tilavuutena ensiharvennuksessa poistetaan noin kolmasosa puista. Määrällisesti männikössä suositellaan jätettäväksi 1000-1200 puuta hehtaarille ja kuusikossa 900-1000 runkoa. Määrät riippuvat hakkuun ajoituksesta. Aikaisemmin tehdylle harvennukselle jätetään enemmän puita kuin myöhemmin tehdylle. Ensiharvennuksen oikea-aikaisuus on yhtä tärkeä kuin taimikonhoidonkin. On tärkeää, ettei puuston kasvukyky pääse heikkenemään edes hetkellisesti. Sopiva harvennusajankohta arvioidaan puiden latvuksista. Männyllä pitäisi olla 40 % vihreää latvusta ja kuusella 60 % puun pituudesta. Koivulla luku on 50 %. Osuuden jäädessä pienemmäksi on ensiharvennuksen aika. Harvennuksen myöhästyessä puiden latvukset supistuvat ja kasvu hidastuu. Puuston pituus vaihtelee harvennuksen ajankohtana 10-16 metristä puulajista riippuen. Harvennuksien ajankoh-tien määrittämiseen on kehitetty harvennusmalli. (kuva 1.). Puuston ollessa ruskeiden katkoviivojen välissä, on harvennus ajankohtaista. Mallista nähdään myös harvennuksen jälkeen jäävät rajat. (Metsänhoitosuosittukset, 2014.)



Kuva 1. Harvennusmallin lukuohje (Metsänhoitosuositukset, 2014).

Edelliset hoitotoimenpiteet vaikuttavat suuresti ensiharvennuksen ajankohtaan ja voimakkuuteen. Hyvin hoidettu taimikko harvennetaan yleensä myöhemmin. Puusto on silloin myös suurempaa, jolloin myytävä puuta syntyy enemmän ja se taas tietää parempaa tiliä metsänomistajalle. Hoitamaton puusto tuottaa ensiharvennuksessa todennäköisesti alle kuitupuun mittojen. Korjuukustannusten ollessa korkeita ensiharvennus jää tappiolliseksi metsänomistajalle. Tällöin kannattaa miettiä hakattavan puuston jättämistä maastoon maatumään. Maatumään jätetty puusto lannoittaa maaperää ja näin ollen nopeuttaa jäljelle jääneiden puiden kasvua.

2.4 Pienmetsäkoneet

Pieniä metsäkoneita löytyy markkinoilta joitakin kappaleita, mutta mitään varsinaista kilpailutilannetta ei ole. Kilpailevat yritykset valmistavat lähinnä puiden ajoon tarkoitettuja kuormatraktoreita eikä niinkään harveste-
rimalleja. Porttivuori Oy valmistaa tällaista Logbullet-merkkistä konetta pienpuustolle (kuva 2.). Logbullet on Usewoodia edullisempi versio. Siitä on karsittu hienoudet ja mukavuudet pois ja keskitytty yksinkertaisuuteen. Enemmän valmistajia löytyy Ruotsista. Siellä pienmetsäkoneiden kysyntä on suurempaa ja sitä myöden valmistajat ovat vastanneet asiakkaiden toiveisiin. Suurimpiin valmistajiin Ruotsissa kuuluu esimerkiksi Kranman, jonka lisävarustevalikoima on varsin kattava. (Logbullet.)



Kuva 2. Logbullet ajokone keräämässä kuusitukkeja (Puuntuottaja 2015).

Yksi olennainen ero suurempiin metsäkoneisiin on pienen hakkuukoneen tekemä uraleveys. Suuret koneet tekevät vähintään neljän metrin levyisen hakkuu-uran 20 metrin välein, kun taas pienmetsäkone ei käytännössä tee edes uria. Pienmetsäkoneelle riittää hyvin kahden metrin levyinen kaistale. Pukkalan (1988.) tutkimuksen mukaan kahden metrin levyiset käytävät eivät vaikuta kasvuun, mutta leveämmät 4 metrin käytävät 20 metrin välein pienentävät tutkimuksen mukaan kasvuennustetta 10–20% (Salomäki, Niemistö & Uusitalo 2012.) Leveiden ajourien lisäksi puusto jää helposti liian harvaksi urien reunoilta ja liian tiheäksi ajourien keskiväliltä. Metsäalan työehtosopimuksen taulukko kertoo, kuinka tuottavuus nousee puun rungon koon kasvaessa (taulukko 1.). Tämä pätee niin metsuri-työssä kuin metsäkoneella työskennellessäkin.

Taulukko 1. Tuntituottavuus rungon tilavuuden mukaan metsurityönä.
(Metsäalan TES 2007, 66).

KUITURUNGOT JA SAT. KUITUOSAT	RUNGON JA SAT. LATVAN JÄREYS		ENSIHARVENNUS		
			Mäk	Kuk	Lek
TYÖMENETELMÄ	dm3/r	J-lk	m3/tunti		
1 Kuitu 3,6+ m, silmävar. katkonta, kasaus palstalle 50	1	0,9510	0,7520	0,9630
	51....100	2	1,1672	0,9488	1,2553
	101....150	3	1,3875	1,1438	1,4984
	151....200	4	1,5466	1,2775	1,6800
	201....	5	1,7500	1,4281	1,8563

Pienmetsäkoneilla saadaan lisäksi ajoitettua ensiharvennukset oikeaan aikaan juuri silloin kun metsänomistaja sen haluaa. Edellyttäen tietysti, että omistaa kyseisen koneen. Koneen hankintahinta on varsin edullinen suurempiin metsäkoneisiin verrattuna. Toki samalla tai edullisemmalla hinnalla saa mönkijän ja metsäperävaunun kuormaimella, mutta se ei vedä vertoja pienmetsäkoneelle. Pienmetsäkoneen etenemiskyky, maavara ja alustansuojaus ovat aivan eri luokkaa mönkijöihin verrattuna.

Tehtäessä katkonta ja korjuu samalla koneella voidaan käyttää käsitettä korjuri-menetelmä. Siinä puut kuormataan kyytiin heti katkottua. Tässä menetelmässä on muutamia etuja, vaikka se ei tehokkuudessa voitakaan perinteistä kahden koneen menetelmää. Korjurin hyötyjä ovat: pienempi henkilöstön ja kaluston tarve, kun yksi kone hoitaa kaiken, ajokertojen määrä on pienempi uraa kohden ja puut eivät ehdi jäämään lumen alle piiloon. Korjurin huonoja puolia on kompromissi koneen suhteen. Kone ei ole kummassakaan työssä täydellinen. Tämä menetelmä on siis varsin kehityskelpoinen, vaikka se ei vielä tehokkuudessa voita perinteistä tapaa. Suurin vaikutus sen parempaan tuottavuuteen olisi hakkuukouran muokkaaminen niin, että se sopii kuormaukseen paremmin. (Metsäteho, 2001.)

3 USEWOOD

Usewood Forest Tec Oy on muuramelainen pienmetsäkoneita valmistava yritys. Yritys on ainut Suomessa, joka tekee pienmetsäkoneita, jotka voidaan varustaa hakkuupäällä. Näin ollen kilpailua ei juurikaan ole tässä koluokassa. Ruotsissa pienmetsäkoneita valmistavia yrityksiä on muutamia, mutta nekin ovat keskittyneet lähinnä ajokoneiden tekoon eikä harvestereiden.

3.1 Historia

Usewood Forest Tec on tuottanut pienmetsäkoneita jo yli kymmenen vuoden ajan. Tuotteiden jatkuva kehitystyö näkyy mallien kehittymisenä. Aiempia malleja ovat olleet Tehojätkä-nimellä kulkeneet metsäkoneet. Nykyiset valkoiset koneet ovat olleet tuotannossa vain muutaman vuoden. Nykyisistä malleista löytyy ergonominen hytti, jossa on jopa ilmastointi.

3.2 Toiminta-ajatus

Usewoodin tavoitteena on kehittää ja tuoda uusia näkökulmia pienpuun korjuuseen. He haluavat, että metsät pysyvät monimuotoisina, kuitenkin niin, että niistä saadaan hyvä tuotto. Pienten koneiden hiilijalanjälki on pieni, ja myös niiden jättämät jäljet metsään ovat pieniä. Suurin asiakas-kunta koostuu ulkomaisista käyttäjistä, joita löytyy esimerkiksi Virosta ja Ruotsista.

3.3 Konemallit

Usewoodilla on tuotannossa kolme konemallia, jotka ovat Combi Master, Forest Master ja Log Master. Kaikkiin koneisiin sopii kaikki Usewoodin tekemät lisälaitteet, mikä mahdollistaa esimerkiksi Log Masterilla puiden kaatamisen. Log Master on siis puiden keräämiseen ja kuljettamiseen tarkoitettu kone. Forest Master on puiden katkontaan ja karsimiseen tarkoitettu malli. Vuoden 2017 uutuus on Combi Master, jossa on yhdistetty Log Master ja Forest Master. Sillä voi siis tehdä kaikki työt yhdellä koneella puiden kuljettamisesta taimikon raivaukseen. Moottoreina kaikissa malleissa on Kubotan 44-hevosvoimainen moottori ja hydraulikkapumpun tuotto on 130 l minuutissa. Kaikkia koneita pystyy kuljettamaan auton peräkärryllä, mikä tekee niistä helppoja siirrettäviä ja kuljetuskustannukset pysyvät pieninä. Etenemiskyvystä huolehtii kahdeksan hydraulisesti vetävää pyörää.

3.3.1 Combi Master

Usewoodin uusin tulokas on Combi Master. Siinä yhdistyy samaan koneeseen hakkuu- ja ajokone. Kone muokkautuu helposti joko taimikonhoitoon, ensiharvennuskohteille tai puiden ajoon. Koneen ideana on, että yhden koneen investoinnilla pystyy tekemään monta työtä ja näin vähentää metsänhoidon kustannuksia. Koneen eron muihin koneisiin tekee sen pitenevä kuormatila. Hakkuukäytössä kone pidetään lyhkäisenä ja puita ajettaessa koneen kuormatilaa pidennetään 70 cm hydraulisen sylinterin avulla. Näin ollen kone on ketterämpi puita hakattaessa, mutta tilava puita kuljettaessa. Koneen varustuksiin kuuluu muun muassa kääntyvä turvaohjaamo ilmastoinnilla. Combi Master on myös tässä opinnäytetyössä tutkittava kone. (Usewood.)

3.3.2 Forest Master

Usewoodin Forest Master (kuva 3.) on suunniteltu erityisesti hakkuu- ja taimikonhoitokäyttöön. Siinä on optimoitu koneen ketteryys ja esteetön näkyvyys hakkuukouralle. Moottorina toimii Kubotan 44-hevosvoimainen moottori, joka löytyy kaikista Usewoodin malleista. Kone painaa 2300 kg ja pituutta sillä on neljä metriä. Forest Masterin ohjaamo ei ole pyörivä niin kuin Log- ja Combi Masterissa, koska sillä ajetaan yleensä vain yhteen suuntaan. (Usewood.)



Kuva 3. Forest Master on suunniteltu erityisesti harvesterikäyttöön (Usewood).

3.3.3 Log Master

Log Master on suunniteltu pienpuun ajoon. Vaikka kone on optimoitu vain puiden ajamiseen, voi sillä myös tehdä kaikkea mitä muilla koneilla. Koneeseen sopii niin hakkuupää kuin risuraivainkin. Koneen erona muihin on takatelin ohjaus, jonka ansioita kääntöympyrä on todella pieni. Näin vältetään puustovaurioilta, kun takapyörät seuraavat etupyöriä. Kuormatila on kolmen kuution kokoinen. (Usewood.)

3.3.4 Lisävarusteet

Kaikkiin Usewoodin koneisiin saadaan liitettyä erilaisia lisävarusteita, joita käyttämällä niistä tehdään monipuolisia työkoneita. Hakkuukouria Usewoodilla on kaksi erilaista. UW180 on karsiva hakkuukoura, jonka katkaisuperiaate toimii giljotiinin avulla. Suurin puun halkaisija on 18 cm. Toi-

nen hakkuukourista on UW180S, joka on muuten samanlainen kuin edellä mainittu, mutta katkaisu tapahtuu ketjusahalla. Tämän ansiosta katkaisuläpimitta on 22 cm ja katkaisunopeus suurempi. Toisaalta giljotiinin edut ovat toimintavarmuus ja huollon minimoiminen. Molempiin kouriin on saatavana pituus- ja tilavuusmittalaite. UW160 on energiapuukoura, jolla kerätään karsimatonta kokopuuta. Giljotiinilla toimivan kouran suurin puun paksuus on 18 cm. Käytössäni olleessa koneessa hakkuupäänä oli UW180S ja koneessa ei ollut mittalaitteita. (Usewood.)

Muita lisävarusteita ovat tukkikoura, risuraivain ja juontokoura. Tukki-koura on siis koura, jolla tehdään puiden keruu- ja kuormaustyöt. Risuraivain toimii taimikonhoidossa raivaussahan tavoin katkoen pientä vesakkoa ja aluskasvillisuutta. Raivain toimii hyvin noin 30 mm kokoisessa risukossa. Toimintaperiaate on melkein sama kuin raivaussahassakin. 80 cm suuri terä pyörii hydraulisesti katkoen kasvillisuutta. Terää suojaavat sormet, jotka estävät terää osumasta kiviin. Juontokoura asennetaan esimerkiksi Combi Masterin kuormatilan takapäähän, jolloin siihen pystyy pätkimään puut suoraan hakkuukouralla. Juontokouraan on tarkoitus kerätä 1-2 m³ puuta, jonka jälkeen kone peruutetaan isommalle hakkuu-uralle tai puutavaran koontipaikalle. Näin ollen hakatut puut ovat isommissa kasoissa ja helpommin kerättävissä. (Usewood.)

4 TEHOKKUUDEN MITTAAMINEN

Tarkoituksena oli siis saada selville tavat, joilla pienmetsäkone on tehokkaimmillaan ja kuinka nopeasti puuta saadaan kaadettua ja kuljetettua pois metsästä. Koneen käytön opetteluun minulla meni muutama päivä. Sinä aikana opin koneen työskentelyn periaatteen. Työskentelin koneella noin 20 tuntia ennen kuin tein testin koneen tehokkuudesta. Huomasin myös, että ensimmäisten päivien aikana työ oli kaksi kertaa hitaampaa verrattuna neljänteen päivään. Työnopeus ei kuitenkaan kasvanut enää neljännestä päivästä eteenpäin, vaan pysyi lähes samana. Tästä voikin päätellä, että kone on helppokäyttöinen, vaikka ennakkokokemusta koneesta ei ollut lainkaan.

4.1 Mitattavat asiat ja testin toteutus

Aluksi kävin läpi hakattavan metsän ja merkitsin leimikon rajat punaisella nauhalla. Suunnittelin myös hakkuu-urat ja sen, mistä puut ajetaan pois. Puiden varastopaikkana toimi metsän vieressä oleva pelto. Metsään pääsemiseksi piti pelto-ojiin laittaa puita silloiksi.

Tutkimuksessa otettiin siis selvää, millaisia aikoja kuluu eri hakkuun työvaiheisiin. Näitä olivat puun ottaminen kouraan, kulkemiseen käytetty ai-

ka ja puun karsinta ja katkonta. Testeissä otettiin myös kokonaisaika, ja tehty pinta-ala mitattiin GPS:n avulla.

4.2 Metsän tiedot

Testialueena toimi kotitilani metsäkuvio. Kasvatettava puusto on mäntyä ja kehitysluokkana nuori kasvatusmetsikkö. Kasvupaikka on tuore kangas ja maaperänä karkea moreeni. Ikää puustolla on 23 vuotta ja keskipituus 9 metriä. Keskiläpimitta on 11 cm. Arvioin runkojen keskitilavuudeksi 50 litraa. Puustolle on tehty taimikonhoito noin kolmen metrin pituudessa. Puusto on siis iältään ja kooltaan hieman aikainen ensiharvennuskohde. Runkoluku ennen harvennusta oli 2460 kpl/ha. Hakkuun jälkeen puita jäi noin 1200-1300 kpl/ha. Poistuma oli tällöin noin 1200kpl/ha. Puuston tiedot on otettu metsään.fi palvelun kautta. Kuva 4. havainnollistaa hyvin metsän lähtötilanteen.



Kuva 4. Testialueen harvennettava kohde (Harmava 2017).

4.3 Työmenetelmät

Työmenetelmiä oli kaksi kappaletta. Alun perin menetelmiä piti olla kolme, mutta kolmannessa menetelmässä käytettävä juontokoura ei ehtinyt valmistua testiin. Ensimmäiseksi tutkin perinteistä hakkuumenetelmää, jossa hakkuukoneella ajetaan noin kahdeksan metrin uraväleillä. Puut katkotaan niin, että ne ovat kerättävissä joka toiselta uralta. Tällä tavalla puun keruu nopeutuu, kun ei tarvitse mennä jokaista hakkuukoneella mennyttä uraa ajokoneella. Puiden kuljetusmatka metsästä pellolle oli 100–200 metriä. Kuvassa 5. näkyy perinteisen menetelmän keruuvaihe.



Kuva 5. Täyskuorma perinteistä menetelmää käyttäen (Harmava 2017).

Toisena menetelmänä tutkin puiden katkomista suoraan kuormaan. Näin ollen puut tuodaan heti katkottuna pois metsästä. Menetelmä toimi melko hyvin metsässä, mutta puiden poispurkaminen oli todella hidasta hakkuukouran takia. Hakkuukouraan sai mahtumaan vain kaksi puuta kerrallaan (kuva 6.). Toinen huono asia oli, ettei kuormaa voinut tehdä aivan täyteen näkyvyyden takia. Puiden kaataminen vaikeutui kuorman täyttyessä jonkin verran ja täyden kuorman kanssa se oli lähes mahdotonta. Hyviä puolia tässä oli se, ettei puita tarvinnut enää mennä hakemaan pois toista kertaa. Esimerkiksi voimakkaan lumentulon takia puita voi olla vaikea löytää, jos niitä ei heti vie pois.



Kuva 6. Puiden kuormaamista katkonnan jälkeen suoraan kyytiin (Harmava 2017).

5 TULOKSET

Seuraaviin sarakkeisiin on kerätty keskiarvoiset tulokset kunkin työvaiheen ajankäytöstä (Taulukot 2-3.). Jokaisesta työvaiheesta on otettu 30 mittaustulosta riittävän otannan takaamiseksi. Taulukoista näkyy myös testialueiden pinta-alat sekä puumäärät. Taulukoiden arvot ovat mittaus-
tulosten keksiarvoja.

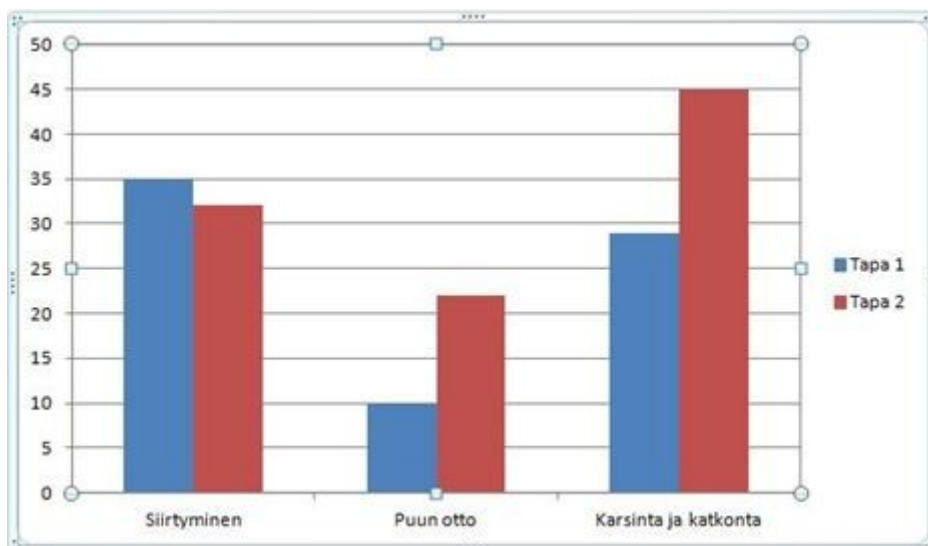
Taulukko 2. Ensimmäisen tavan työvaiheiden tuloksia (Harmava 2017).

Perinteisen hak- kuumenetelmän työvaiheet. Tapa 1	Selite	Tulos
Siirtyminen	Aika, jolloin tukijalat nostetaan ylös ja lasketaan alas.	35 s.
Puun ottaminen	Aika, jolloin tukijalat laitet- aan alas ja koura on tyves- sä.	10 s.
Puun karsinta ja katkenta	Aika, jolloin puu kaadetaan, karsitaan ja katkotaan.	29 s.

Täyden kuorman kerääminen		55 min.
Täyden kuorman purkaminen		2 min 50 s.
Testialueeseen käytetty aika		125 min.
Tehdyn työn pinta-ala		1000 m ²
Puumäärä		3 m ³
Tehokkuus puiden tekemisessä		1,5 m ³ /h, 500 m ² /h
Tehokkuus puiden tekemisessä ja poisajossa		1,01 m ³ /h, 337 m ³ /h

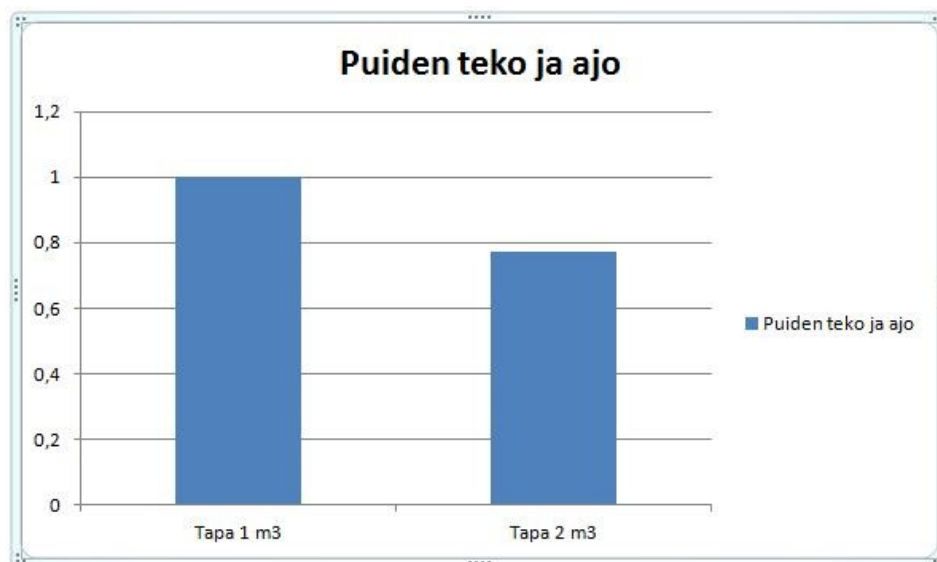
Taulukko 3. Toisen tavan työvaiheiden tuloksia (Harmava 2017).

Puiden kerääminen heti kaadon jälkeen. Tapa 2	Selite	Tulos
Siirtyminen	Aika, jolloin tukijalat nostetaan ylös ja lasketaan alas.	32 s.
Puun ottaminen	Aika, jolloin tukijalat laitetaan alas ja koura on tyvessä	22 s.
Puun karsinta ja katkonta	Aika, jolloin puu kaadetaan, karsitaan ja katkotaan.	45 s.
Täyden kuorman kerääminen		120 min.
Täyden kuorman purkaminen		20 min.
Yhteen kuorman käytetty aika		140 min.
Tehdyn työn pinta-ala		600 m ²
Puumäärä		1,8 m ³
Tehokkuus puiden tekemisessä ja poisajossa		0,77 m ³ /h, 257 m ² /h



Kuva 7. Työmenetelmien ajankäyttöjen vertailua sekunteina (Harmava 2017).

Perinteisessä menetelmässä siirtyminen kesti aavistuksen enemmän kuin toisessa menetelmässä. Tämä selittyy sillä, että perinteisessä menetelmässä puita pystyi ottamaan isommalta alueelta kerralla ja näin ollen siirtymät olivat pidempiä. Puun ottamisessa on selvä ero menetelmien välillä. Toisessa menetelmän hitauden tekee huono näkyvyys ja koneen kömpelyys. Karsinnassa ja katkonnassa on runsaan 15 sekunnin ero perinteisen menetelmän eduksi (Kuva 7.).

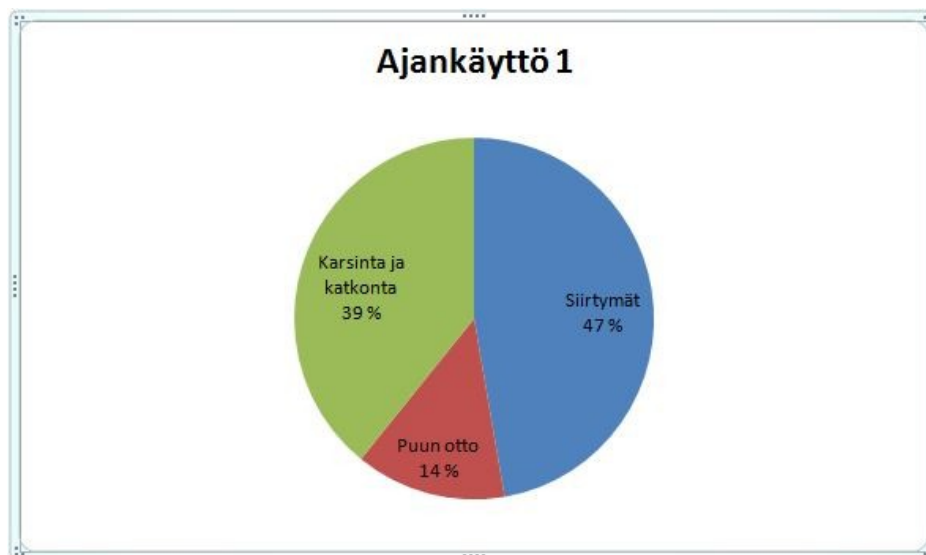


Kuva 8. Työmenetelmien tehokkuuden vertailua kuutioina tuntia kohden (Harmava 2017).

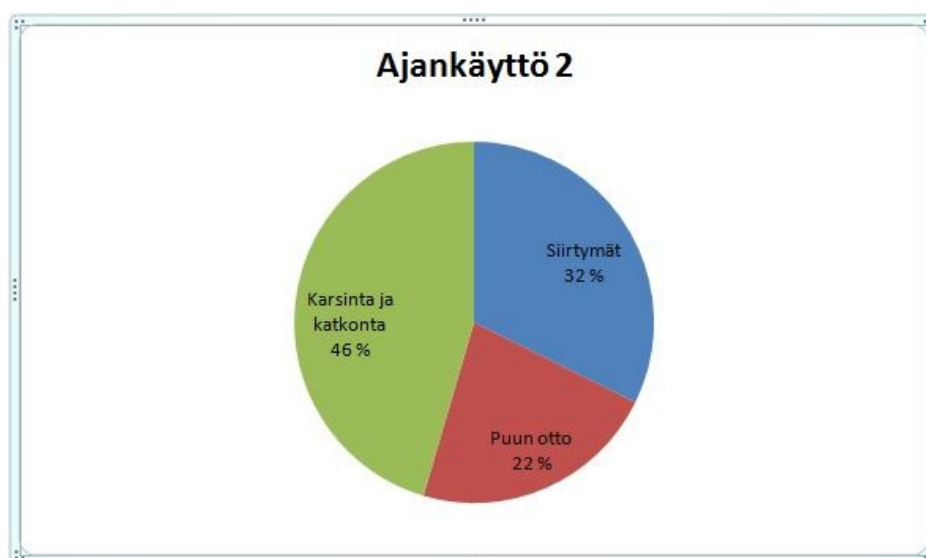
Kahden työmenetelmän vertailussa käy ilmi, että perinteisen työskentelytavan tehokkuus on 1 m³ tuntia kohden. Toisen tavan tehokkuus on 0,77 m³ tuntia kohden. Nämä luvut kertovat siis kuinka paljon puuta on katkottu, karsittu ja tuotu metsästä pois tunnissa. Ero näiden kahden mene-

telmän välillä on $0,23 \text{ m}^3$ (Kuva 8.). Ensimmäisessä menetelmässä puita sai kaadettua ja karsittua $1,5 \text{ m}^3/\text{h}$ nopeudella.

Taulukko 4. Ensimmäisen menetelmän ajankäyttö prosentteina (Harmava 2017).



Taulukko 5. Toisen menetelmän ajankäyttö prosentteina (Harmava 2017).



Taulukossa 4. ja 5. on esitetty työmenetelmien eri työvaiheet ja niissä kuluneet ajat prosentteina. Vähiten aikaa kului puun ottamiseen kouraan. Testijakson loputtua sain tuloksia koneen käytöstä ja sen tehokkuudesta. Jokaisesta eri työmenetelmän työvaiheista mittasin aikaa. Alueista mitasin työn jälkeen pinta-alan, jonka perusteella sain laskettua, kuinka suuren alueen sain tunnissa tehtyä. Hakatun puumäärän perusteella laskin kiintokuutiomäärän tuntia kohti. Puumäärän mittaustapana käytin pino-mittaustekniikkaa. Kuvassa 9. näkyy metsä hakkuun jälkeen ja kuvassa 10. näkyy osa hakatuista puista, jotka sain tehtyä koneen ollessa käytössäni. Puita kertyi noin puutavaran kuljetusauton verran eli 45 kiintokuutiota.

Liitteenä oleva työtapahtumalista kertoo mitä tein minäkin päivänä koneen kanssa. (Liite 1.) Listasta näkyy myös kulutetun polttoaineen määrä sekä koneen työskentelytunnit.



Kuva 9. Metsä harvennuksen jälkeen. (Harmava 2017)



Kuva 10. Puita kasassa testijakson lopussa. (Harmava 2017)

6 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINNAT

6.1 Menetelmien erot ja hyödyt

Tuloksista huomataan, että ensimmäinen vaihtoehto on nopein ja tehokkain tapa tehdä koneella töitä. Aikaeron selittää toisen menetelmän hidas kuorman purkaminen. Hakkuukoura ei ole tarkoitettu puiden kuormamiseen. Tämän ollessa nopeampaa aikaero olisi huomattavasti pienempi. Täyden kuorman purkaminen kesti hakkuukouralla noin 20 minuuttia, kun tukkipuuralla vain vajaa kolme minuuttia. Toinen asia on koneen kömpelyys. Kun puut ajetaan heti pois, on koneen kuormatila pitkänä. Tällöin koneella ei pysty kääntymään yhtä hyvin kuin lyhyenä ollessa.

Koneella sai siis tehtyä puita $1,5 \text{ m}^3/\text{h}$ vauhdilla. Tähän vaikuttaa suuresti puuston koko, joka tässä tapauksessa oli varsin pientä. Suurempia puita tehtäessä kuutiosavutus kasvaisi. Henkilötyöllä moottorisahalla tehtynä ei pääsisi yli kuution saavutukseen. Moottorisahalla ei myöskään pysty työskentelemään niin pitkiä aikoja kuin metsäkoneella, koska harva metsuri jaksaa sahata kahdeksaa tuntia päivässä. Metsäkoneella työskentely onnistuu kellon ympäri, koska pimeys ei työskentelyä haittaa.

6.2 Koneen käyttäjäkohderyhmät

Kenelle kone on tarkoitettu ja kuka hyötyy koneesta eniten? Näihin kysymyksiin yritin löytää vastauksia tuon kahden viikon aikana. Urakointikäyttöön kone on mielestäni liian pieni ja hintava. Urakointikäytössä koneen on oltava luotettava ja huoltoverkoston toimiva. Kone sopii mielestäni metsänomistajille, joilla on metsää enemmän kuin 100 hehtaaria tai sitten yhteisomistuksiin pienempien metsänomistajien kanssa. Koneita voisivat hyödyntää esimerkiksi maatilat, joilla on metsätaloutta. Kone korvaisi traktoriin liitettävän metsäperävaunun.

Jatkuvaan kasvatukseen kone soveltuu myös, koska pienellä koneella on helppo tuoda tukkipuut pois metsästä suuria jälkiä jättämättä. Kone soveltuu myös osaksi klapien tai hakkeen tuotantoa, jolloin sillä saadaan hyvin kerättyä pienpuuta tarvittava määrä. Pienpuun korjuussa kone onkin omiaan, jolloin sillä pystyy hyödyntämään Kemera-tukia hyvin. Käytösmahdollisuuksia koneelle voi keksiä enemmänkin. Metsässä koneella voi kuljettaa istutettavia taimia tai koneella voi lannoittaa, kun siihen asentaa vain sopivan levittimen. Laitteen monipuolisuus siis antaa koneelle lisäarvoa ja tuo kustannustehokkuutta.

6.3 Koneesta tehdyt havainnot

Koneen ollessa käytössäni reilut kaksi viikkoa sain varsin hyvän käsityksen siitä. Käytössäni ollut kone oli prototyyppi, mikä huononsi yleisvaikutelmaa jonkin verran. Kahden viikon aikana koneesta rikkoontui kaksi ren-

kaan venttiiliä ja kouran karsintaterä irtosi. Nämä puutteet ovat kuitenkin jo huomioitu uusissa tuotantomalleissa ja näitä vikoja ei enää pääsisi syntymään. Samoin polttoainesäiliön koko kiinnitti huomiota. Koneella pystyi työskentelemään tankillisella noin 6 tuntia. Mielestäni koneella pitäisi pystyä työskentelemään vähintään kokonainen työpäivä eli säiliö saisi olla tuplaten isompi. Polttoaineen kulutus työjakson aikana oli 3,5 l tunnissa. Lisäksi löysin sanottavaa seuraavista asioista. Esimerkiksi puomin jatko olisi välttämätön varuste puita kerättäessä. Silloin välttyttäisiin monilta ylimääräisiltä käännoksilta. Toinen asia oli, että hakkuukourassa voisi olla alakarsintaterät, jolloin puun saisi keskitettyä kouraan paremmin etenkin kuusen kohdalla. Toki tämä toisi lisää painoa kouraan, eikä sitä juurikaan haluta. Kolmas huomio keskittyi puiden latvojen huonoon näkyvyyteen. Puiden ollessa yli 10-metrisiä olisi mukava, jos koneesta löytyisi kattoikkuna, josta latvat näkisi helposti. Neljänneksi huomioin lämmityslaitteen puhaltimen, jossa oli vain yksi nopeusvaihtoehto. Noinkin älykkäässä laitteessa odottaisi puhallusnopeuksia olevan enemmän. Nyt puhallin oli joko pois tai täysillä, jolloin melu oli sen mukainen. Lisäksi puhaltimen käyttökatkaisija voisi olla sijoitettu erikseen kojelautaan eikä kosketusnäytön valikkoihin. Viimeiseksi mielipiteeni koneen väristä. Koneen väri koostuu siis valkoisesta, harmaasta ja mustasta. Kone maastoutuu varsin hyvin talviseen metsään, mikä ei mielestäni ole kovin hyvä juttu. Koneessa saisi olla edes jonkinlaiset huomiovärit, jotta sen näkisi kaukaakin. Ehkä suurimman huomion sai koneen kömpelyys metsässä. Konetta piti vekslata useaan kertaan, jotta pystyi kääntymään haluttuun suuntaan. Mittasin koneen kääntöympyrän pitkänä ja lyhyenä. Tuloksiksi tuli koneen ollessa lyhytrunkoisena 13 m ja pitkärunkoisena 15 m. Tulokset ovat varsin isot ja olisikin oleellista parantaa koneen kääntyvyyttä vaikkapa erillisellä kääntyvällä telillä, joka on jo käytössä Usewoodin Log Masterissa.

Kokeilukäytössä tämä prototyyppi ei siis tuonut kaikkia parhaimpia puolia esiin ja olisi ollutkin hienoa koittaa konetta, joka tehty niin, että kaikki viat ja puutteet on korjattu. Kaiken kaikkiaan kone on varsin hienosti ja fiksusti rakennettu. Sen etenemiskyky voittaa mönkijän mennessä tullen ja ohjaamossa on hyvä ergonomia. Konetta oppi käyttämään erittäin nopeasti, mikä on mielestäni yksi valttikortti Usewoodilla. Koneen käyttö ei vaadi pitkiä koulutuksia niin kuin suuremmat metsäkoneet.

Kaikkiin maastoihin konetta ei kuitenkaan voi viedä. Kone kyllä kiipeää hyvin jyrkkiäkin mäkiä, mutta liialliset epätasaisuudet ja kivikot voivat saada koneen kaatumaan helposti. Kuormatilan kaatuessa se ei kuitenkaan kaada ohjaamoja, mikä on hyvä juttu turvallisuutta ajatellen. Kuormatilan saa nostettua helposti pystyyn tukijalkojen ja kouran avulla.

Sää oli koko testijakson sateinen eikä pakkasta juuri ollut. Maa oli erittäin pehmeä ja mietin, että saanko testiä edes tehtyä. Puiden katkonta sujui hyvin eikä kone jättänyt mitään jälkiä. Puiden ajossa kone painui vain vähän eikä huomattavaa vahinkoa tullut. Tämän ansiosta kone on mainio

väline upottavissa ja märissä kohteissa, kuten soilla. Isommilla koneilla testiä ei olisi pystynyt tekemään lainkaan.

LÄHTEET

Harmava, J. 2017. Kuvat 4-10.

Harmava, J. 2017. Taulukot 2-5.

Kuusjärvi, J. 2010. Tehojätkä urakoimassa. *Urakointi Uutiset*. Haettu 24.1.2018 osoitteesta

<http://www.urakointiuutiset.fi/uutiset/tehojatka-urakoimassa/>

Logbullet n.d. Vaihtoehtoja pienmetsäkoneeksi. Haettu 25.1.2018 osoitteesta

<http://www.logbullet.com/fi/metsanhoito-pienmetsakoneella/vaihtoehtoja-pienmetsakoneeksi/>

Metsäalan työehtosopimus 2007. Haettu osoitteesta

https://asiakas.kotisivukone.com/files/ao51.kotisivukone.com/tiedostot/2934_metsantes202008-2010.pdf

Metsäkeskus 2016. Harvennus. Haettu 2.1.2018 osoitteesta

<https://www.metsakeskus.fi/harvennus>

Metsäkeskus 2016. Metsänhoito. Haettu 2.1.2018 osoitteesta

<https://www.metsakeskus.fi/nuoren-metsan-hoito>

Metsäkeskus 2016. Tuki nuoren metsän hoitoon. Haettu 2.1.2018

<https://www.metsakeskus.fi/tuki-nuoren-metsan-hoitoon>

Metsänhoitosuositukset 2014. Harvennusmallit. Haettu 8.3.2018. osoitteesta

http://metsanhoitosuosituksset.fi/wp-content/uploads/2016/06/Metsanhoidon_suosituksset_harvennusmallit.pdf

Metsänhoitoyhdistys n.d. Taimikonhoito. Haettu 4.1.2018 osoitteesta

<https://www.mhy.fi/metsanhoito/taimikonhoito>

Metsäteho 2012. Energiapuun korjuu ja joukkohakkuu. Haettu 23.1.2018 osoitteesta

<http://puuhuolto.fi/koneellinen-puunkorjuu/koneellinen-puutavaran-valmistus/kasvatushakkuu/energiapuun-korjuu-ja-joukkohakkuu/>

Metsäteho 2001. Yhdistelmäkoneet harvennushakkuissa. Haettu 24.1.2018 osoitteesta

http://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/2015/02/metsatehon_tuloskalvosarja_2001_04.pdf

Puuntuottaja, P. 2015. Logbullet pienajokone kulkee metsässä ja mukana. Haettu 24.1.2018 osoitteesta
<http://www.puuntuottaja.com/logbullet-pienajokone-kulkee-metsassa-ja-mukana/>

Rajamäki, J., Kariniemi, A., Oijala, T. 1996. Koneellisen harvennushakkuun tuottavuus. Haettu 18.2.2018 osoitteesta
http://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/2015/02/metsatehon_raportti_008.pdf

Salomäki, M., Niemistö, M., Uusitalo, J. 2012. Ensiharvennuksen toteutusvaihtoehdot ja niiden vaikutukset männikön tuotokseen ja kasvatuksen kannattavuuteen ojitetuilla turvemailla – simulointitutkimus. Haettu 23.1.2018 osoitteesta
<http://www.metla.fi/aikakauskirja/full/ff12/ff123163.pdf>

Usewood 2018. Pienmetsäkoneet. Haettu 4.1.2018 osoitteesta
<http://www.usewood.fi/index.php/fi/koneet>

Usenius, JP. 2017. Toimitusjohtaja. Usewood.

Työtahtumalista

Työtahtumalista, Joonas Harmava

päivä		Lisätty poltto-aine	Koneen työskentely
11.joulu	Koneen luovutus, jonka yhteydessä huoltoa ja käyttöönottokoulutusta. Muutamien puiden kaatoa.	15L	2h
12.joulu	Koneen käytön opettelua. Muutaman tunnin jälkeen osaa jo napit ja hallintalaitteiden käytön. Terän kanssa vähän ongelmia, jonka takia se tuli vaihdettua.	15L	3h
13.joulu	Työtahti nopeutunut huomattavasti. Pimeässä työskentely ei tuota ongelmia hyvien valojen johdosta.	15L	7h
14.joulu	Teräketjut teroitettu 4kpl. Työskentelyssä ei ongelmia.	15L	5h
15.joulu	Raivaussahalla työskentelyä kaksi tuntia konetyön helpottamiseksi. Koneen renkaan venttiili murtui jolloin siihen piti käydä vaihtamassa uusi venttiili.	10L	1h
16.joulu	Testiajot kahdella eri menetelmällä. Kaikista työvaiheista mitattu aikaa. Öljyn lisäys 10L.		4h
17.joulu	Koneeseen kouran vaihto. Puiden keräämistä pois metsästä. Keräämisestä mitattu aikaa.	15L	3,5h
18.joulu	Puiden kerääminen jatkui. Kaikki tähän mennessä kaadetut puut saatu kerättyä.	20L	5,5h
19.joulu	Puukouran vaihto hakkuukouraan. Kahden tunnin jälkeen kourasta hajosi karsintaterän sylinterin kiinnitys. Korjaus kesti noin 4h.	10L	2h
20.joulu	Koura kunnossa. Öljyn lisäys 3L.	15L	5h
21.joulu	Renkaan venttiili rikkoontui.	25L	5h
22.joulu	Öljyn lisäys 7L. Renkaan laippa irtosi akselist, hitsaus 1h. Kouran vaihto tukkikouraan.	10L	5h
23.joulu	Viimeinen työskentelypäivä. Melkein kaikki puut sai ajettua pois metsästä.	20L	5h